

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，

其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 07 月 09 日
Application Date

申請案號：092118769
Application No.

申請人：財團法人工業技術研究院
Applicant(s)

局長
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 7 月 29 日
Issue Date

發文字號：09220766470
Serial No.

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 92118769

※ 申請日期： 92. 7. 9 ※IPC 分類：

壹、發明名稱：(中文/英文)

利用位元載置技術以降低峰均值比之方法

Peak to average power ratio (PAPR) reduction method

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

財團法人工業技術研究院

Industrial Technology Research Institute

代表人：(中文/英文) 翁政義 / Cheng-I Weng

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹縣竹東鎮中興路四段一九五號

No. 195, Sec. 4, Chung Hsing Rd., Chutung, Hsinchu

國 籍：(中文/英文) 中華民國 / R.O.C.

參、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 陳彥倫 / Chen, Yen-lun

2. 李宇暉 / Yumin Lee

3. 李世凱 / Lee, Shih-Kai

住居所地址：(中文/英文)

1. 高雄市大同一路 134 號

No.134, Datong 1st Rd., Sinsing District, Kaohsiung City

2. 台北市安和路一段 49 巷 11 號 6 樓

6F., No.11, Lane 49, Sec. 1, Anhe Rd., Da-an District, Taipei City

3. 台北縣八里鄉舊城村 14 鄰中華路 2 段 162 之 1 號 2 樓

2F., No.162-1, Sec. 2, Jhonghua Rd., Bali Township, Taipei County

國 籍：(中文/英文) 1.2.3. 中華民國 / R.O.C.

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 無

2.

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

伍、中文發明摘要：

本發明係有關於一種利用位元載置技術以降低峰均值比之方法，係應用於一多載波系統中。本發明首先使用位元載置技術以計算出在總傳輸位元為 D 的前提下，系統所需之最低總功率配置 P ；若系統之峰均值比大於一預設峰均值比 A 的機率超過一預設機率值 δ ，表示系統峰均值比仍過高，故需再次執行位元載置技術以對其中一次載波增加 Δd 位元之傳輸資料量、並對其中一次載波減少 Δd 位元之傳輸資料量來進行一次互換，直到峰均值比達成系統要求、或執行一次互換之次數達到預設迭代次數 L 為止。

陸、英文發明摘要：

A PAPR reduction method using bit loading technique is disclosed, which is applied in a multi-carrier system. At first, a lowest total power P is obtained according to the limitation of total transmitting bits D by using the bit loading technique. If the probability of the PAPR (peak to average power ratio) greater than a predetermined PAPR A is over a predetermined probability δ , the bit loading is performed again to increase transmitting data amount by Δd bits for one carrier and decrease transmitting data amount by Δd bits for another carrier to execute an exchange, until the PAPR satisfies the system requirement or the number of exchanges executed reaches a predetermined iteration value L .

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖(4)。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

該圖為流程圖故無元件符號說明

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種降低峰均值比之方法，尤指一種利用位元載置技術以降低多載波系統之峰均值比之方法，其適用
5 範圍包括應用於多載波(multi-carrier)系統或正交分頻多工(OFDM, orthogonal frequency division multiplexing)系統等通訊技術領域中。

【先前技術】

10 按，近幾年來，多載波系統，例如正交分頻多工系統，因為具有毋須藉由複雜的接收器即可克服多徑效應干擾的特性，因此已經被廣泛地應用於許多通訊系統中，例如 ADSL、DAB、DVB、WLAN (IEEE 802.11a, HiperLAN/2)、WMAN (IEEE 802.16a)...等產品中。

15 習知通常係採用位元載置(bit loading)技術來提高多載波系統的資訊容量(capacity)，也就是在決定通道位於各頻率的功率配置後，進而決定在各頻率可傳送的資訊量(即位元數)及其所對應信號星象圖(constellation)的機制。請先參閱圖 1，其係為在頻率選擇性通道(frequency selective channel)
20 中，應用 Water-filling 技術以達成最佳通道容量及頻譜利用率(spectral efficiency)之示意圖。一般對於 AWGN 通道而言，因為通道的頻率響應在各個次載波(sub-carrier)係為一固定的常數，因此配置在各個次載波的功率應相同，如此方可達到最佳的通道容量。但是對於多重路徑衰減(multi-path

fading)或其他時變(time varying)的通道而言，固定配置於各個次載波的功率，卻不一定能達到最佳的通道容量，因此習知即採用 Water-filling 技術來因應通道時域或頻域所產生的變動情形。

- 5 於圖 1 中，係將通道的頻率響應劃分為 N 個正交頻段，其中每一頻段皆具有不同的頻率響應現象，但是在每一個頻段內的頻率響應可視為相同的固定值，且在多載波系統中，每一個頻段皆被一個次載波所利用。假設通道在 N 個次載波的頻率響應為 h_1, h_2, \dots, h_N ，雜訊在 N 個次載波的功率頻譜
- 10 密度(PSD, power spectrum density)為 $\sigma_1^2, \sigma_2^2, \dots, \sigma_N^2$ ，因此可將通道雜訊比(CNR, channel SNR)定義為：

$$\gamma_i = \frac{|h_i|^2}{\sigma_i^2}, \quad i=1,2,\dots,N,$$

- 若以 $\frac{1}{\gamma_i}$ 對各頻率作圖，則相當於將水注入圖 1，在波峰
- 的地方所注入的水將相對少於波谷的地方，而各頻率上所對
- 15 應的水量即為各頻率所需分配的功率 P_i 大小。

- 而在決定通道位於各頻率的功率配置後，接著便使用位元載置技術來決定在各頻率可傳送的位元數。請一併參閱圖 2，係為一傳送端應用適性(adaptive)位元載置技術之功能方塊圖，其包括有適性星象圖繪製單元 11、適性位元載置單
- 20 元 12、序列轉平行(S/P)單元 13、反向快速傅立葉轉換(IFFT, inverse fast Fourier transform)單元 14、平行轉序列(P/S)單元 15，以在對抗於時變的通道時，各頻率傳送位元數可以

機動作調整。首先，令 B 為系統使用頻寬， Δf 為相鄰兩正交頻段之間的頻率間隔，亦即：

$$B = N * \Delta f,$$

系統總傳輸功率 P 亦可根據下列公式計算出來：

5
$$P = \sum_{i=1}^N P_i,$$

其中， P_i 為第 i 個次載波的功率大小，且 $1 \leq i \leq N$ ；

又，頻寬為 B 的系統所傳送出的總位元數 R 為：

$$R = \sum_{i=1}^N R_i,$$

10 其中， R_i 為第 i 個次載波所傳送出的資訊位元數，且在給定通道特性(通道頻率響應及雜訊頻譜密度)、功率配置方法、錯誤率 ε (BER, bit error rate) 及正交振幅調變(QAM, quadrature amplitude modulation)的限制之下，可根據下列公式以計算出第 i 個次載波可傳送之最大資訊位元數 R_i ：

$$R_i = \log_2 \left(1 + \frac{P_i \gamma_i}{\gamma_m \gamma_b} \right),$$

15 其中， γ_m 是功率邊際(power margin)，用來克服通道於各次載波的時變衰減現象， γ_b 是為達成所要求錯誤率所需的功率間隙(power gap)，例如，理論上的限制在 $\varepsilon = 10^{-7}$ 時 $\gamma_b = 9\text{dB}$ 。

20 為使多載波系統在不超過系統所要求之總功率配置 P_{\max} 的前提下、達成最大的傳輸位元數 D ，可以數學式表示如下：

$$\begin{aligned} & \max \left\{ \sum_0^{N-1} d_i = D \right\} \\ & \text{subject to } \left\{ \sum_0^{N-1} P_i \leq P_{\max} \right\}^{\circ} \end{aligned}$$

因此習知通常係採用 Campello's 第一演算法的邏輯來達成上述目的。令 $P_i(d_i)$ 為第 i 個次載波在配置位元數目為 d_i 時，所需配置的功率大小； Δd 為在位元數配置時一次所增加的位元數目(在 Campello's 第一演算法中， $\Delta d=1$)； $\Delta P_i(d_i)$ 則為對第 i 個次載波進行功率配置時，位元數配置從 $(d_i - \Delta d)$ 增加至 d_i 所需增加的功率大小，以下列公式表示：

$$\Delta P_i(d_i) = \begin{cases} P_i(d_i) - P_i(d_i - \Delta d) & \text{if } d_i \geq \Delta d \\ P_i(d_i) - P_i(0) & \text{if } d_i < \Delta d \end{cases}.$$

對於各次載波進行配置位元的調整方式必須調整至滿足下列條件為止：

條件一： $\Delta P_i(d_i) < \Delta P_j(d_j + \Delta d)$, $\forall i, j \in \{1, 2, \dots, N\}$,

條件二： $0 \leq P_{\max} - \sum_{i=1}^N P_i(d_i) < \min_j \Delta P_j(d_j + \Delta d)$ 。

如此一來，多載波系統即可透過上述習知之位元載置演算法而達成所要求的系統目標。

然而，當多載波系統在給定系統目標的限制下、達成最大通道容量以傳輸最多資料量的目的後，卻會造成高峰均值比(PAPR, peak to average power ratio)的問題，使得無線的 OFDM 系統或有線多載波系統會造成類比數位轉換器(ADC, analog-to-digital converter)、數位類比轉換器(DAC, digital-to-analog converter)、功率放大器(PA, power amplifier)或線性驅動器(LD, line driver)的複雜度增加且性

能衰退，均非十分理想。

【發明內容】

本發明之主要目的係在提供一種利用位元載置技術以
5 降低峰均值比之方法，係於系統所要求總傳輸位元數D、及
低於系統總功率配置P之前提下，利用位元載置技術以降低
多載波系統之峰均值比，俾使峰均值比大於一預設峰均值比
之機率不超過一預設機率值，以同時兼顧低功率及低峰均值
比之功效。

10 為達成上述目的，本發明所提出之利用位元載置技術以
降低峰均值比之方法，係應用於一多載波系統中，其係經由
一通道以利用N個次載波來傳輸D位元之資料，此通道係在
各次載波形成對應的頻率響應。本發明之方法首先係初始化
一位元載置技術以分配每一次載波於傳輸資料時所需攜帶
15 之位元數；接著，根據各次載波所傳送之位元數計算出此多
載波系統之峰均值比；當比對出峰均值比大於一預設峰均值
比之機率超過一預設機率值時，將於第一次載波中增加 Δd 位
元之傳輸資料量，並相對於第二次載波中減少 Δd 位元之傳輸
資料量；最後重新計算此多載波系統於置換次載波之傳輸資
20 料量後的峰均值比，直到峰均值比大於預設峰均值比的機率
小於預設機率值為止。

【實施方式】

為能讓貴審查委員能更瞭解本發明之技術內容，特舉一較佳具體實施例說明如下。

請參閱圖3，係為本發明實施例多載波系統3(例如為一正交分頻多工 (OFDM, orthogonal frequency division multiplexing)系統)之功能方塊圖，其包括有適性星象圖繪製(mapping)單元31、適性位元載置及降低峰均值比單元32、副資訊保護單元33、S/P單元34、P/S單元35、IFFT單元36、FFT單元37、通道38及適性星象圖反繪製(demapping)單元39。其中，除適性位元載置及降低峰均值比單元32和副資訊保護(side information)單元33外，其他單元之設計及功能均為熟習多載波系統技術領域者所能輕易完成，故不在此贅述，以下實施例內容主要係由適性位元載置及降低峰均值比單元32加以執行，並輔以副資訊保護單元33來傳遞為降低峰均值比而造成次載波參數異動所產生的副資訊。

接著請參閱圖4本實施例之流程圖，由於多載波系統3係經由通道38以利用N個次載波(sub-carrier)來傳輸資料，且通道38係在各次載波形成對應之頻率響應，因此首先將初始化一位元載置技術來分配每一次載波於傳輸資料時所需攜帶之位元數 d_i ， $0 \leq i \leq (N-1)$ (步驟S401)。於本實施例中，係設定多載波系統3之總傳輸位元數為D、最低總功率配置為P，且多載波系統3係經由通道38以利用N個次載波(sub-carrier)來傳輸資料，通道38係在各次載波形成對應之頻率響應，上述系統限制條件係可以數學式表示如下：

$$\begin{aligned} & \min \left\{ \sum_0^{N-1} P_i \right\} \\ & \text{subject to } \left\{ \sum_0^{N-1} d_i = D \right\} \end{aligned} \quad .$$

請一併參閱圖5，係詳述步驟S401使用位元載置技術以求出各次載波所攜帶位元數之流程，本實施例係採用Campello's第二演算法，其演算法對於各次載波進行配置位元的調整方式只須調整至滿足下列條件(同上述條件一)為止：

$$\text{條件一：} \Delta P_i(d_i) < \Delta P_j(d_j + \Delta d), \quad \forall i, j \in \{1, 2, \dots, N\}.$$

當然亦可為其他等效之位元載置技術相關演算法。一開始先於每一次載波中平均分配相同的位元數 $d_i = D/N$ (步驟S501)；再來，於所有次載波中，擷取出在增加 Δd 位元之傳輸資料量(例如為1位元、2位元...等)後、所增加之功率變化量 ΔP 最小的第 m 個次載波，其中， $m = \arg[\min_{0 \leq i \leq N-1} \Delta P_i(d_i + \Delta d_i)]$ (步驟S502)；並於所有次載波中，擷取出在減少 Δd 位元之傳輸資料量後、所減少之功率變化量 ΔP 最大的第 n 個次載波，其中， $n = \arg[\max_{0 \leq i \leq N-1} \Delta P_i(d_i)]$ (步驟S503)。需注意的是，步驟S502及步驟S503之執行順序可相互對調，亦可合併為同一步驟同時執行。由於目前系統要求需達到最低總功率配置 P ，因此只要比對出在第 m 個次載波中增加 Δd 位元之傳輸資料量後所增加的功率變化量 ΔP_m 小於在第 n 個次載波中減少 Δd 位元之傳輸資料量後所減少的功率變化量 ΔP_n (步驟S504)，即在第 m 個次載波中增加 Δd 位元之傳輸資料量，並在第 n 個次載波

中減少 Δd 位元之傳輸資料量以進行置換(步驟S505)。其中，上述步驟S504及步驟S505可以數學式表示如下：

當 $\Delta P_m(d_m + \Delta d) < \Delta P_n(d_n)$ 時，執行下列步驟：

$d_m = d_m + \Delta d$ ，以及

5 $d_n = d_n - \Delta d$ ；

反之，當 $\Delta P_m(d_m + \Delta d) \geq \Delta P_n(d_n)$ 時，表示不論再選取哪二個次載波來置換 Δd 位元之傳輸資料量，都不會再降低總功率 P ，因而達成最低總功率配置 P 之要求。

待執行位元載置技術以計算出各次載波所對應的傳輸資料量 d_i 後，隨即將使用反向快速傅立葉轉換(IFFT)演算法來計算出多載波系統3的峰均值比(PAPR, peak to average power ratio)(步驟S402)。由於在系統總功率配置 P 為最小的情況下，極易造成峰均值比過大的情形，因此，當比對出峰均值比大於一預設峰均值比 A 的機率超過一預設機率值 δ

10 (步驟S403)時，例如超過 $6\text{db}(=A)$ 的機率太大，則將再度使用位元載置技術來降低峰均值比，以使峰均值比大於 A 的機率不超過 δ 。故系統限制條件將在求出最低總功率配置 P 後修正為如下所示之數學式：

$$\begin{aligned} & \min \left\{ \sum_{i=0}^{N-1} P_i \right\} \\ & \text{subject to } \begin{cases} \Pr\{\text{PAPR} > A\} < \delta \\ \sum_{i=0}^{N-1} d_i = D \end{cases} \end{aligned}$$

20 亦即，假如一個經過位元載置技術處理後的信號區塊不能達成低峰均值比的目的，則此一區塊將需要重新執行位元載置的動作來互換次載波所傳輸之位元數。此時，系統將先

於比對互換次數尚未超過一預設迭代次數L後(步驟S404)，選擇一個次載波做增加 Δd 位元的操作，而選擇另一個次載波做減少 Δd 位元的操作(步驟S405)，以維持整個多載波系統3固定的傳輸速率，其功率配置可依照下列公式計算出：

$$5 \quad \Delta P_i(d_i) = \begin{cases} P_i(d_i) - P_i(d_i - \Delta d) & \text{if } d_i \geq \Delta d \\ P_i(d_i) - P_i(0) & \text{if } d_i < \Delta d \end{cases}。$$

以上步驟S405即定義為一次互換，而在完成一次互換之後，將根據互換後各次載波所傳輸之位元數來重新計算系統的峰均值比(步驟S402)，以比對峰均值比是否達成系統要求(步驟S403)，最多直到所執行之互換次數超過一預設迭代次數L為止(步驟S404)。其中，定義迭代次數L之目的在於減少系統之負荷，因為對於使用N個次載波的多載波系統3中，最多可進行 $P_2^N = N(N-1)$ 次互換，倘若峰均值比始終無法收斂以達成系統要求，則系統將在最多執行L次互換之後結束。

請參閱圖6之流程圖，其係使用全搜尋演算法，以在步驟S405中選擇出欲互換 Δd 位元之傳輸資料量之次載波。首先，擷取出在增加 Δd 位元之傳輸資料量後、所增加的功率變化量 ΔP 最小之第x個次載波，其中， $x = \arg[\min_{0 \leq i \leq N-1} \Delta P_i(d_i + \Delta d_i)]$ ；(步驟S601)；再來則擷取出在減少 Δd 位元之傳輸資料量後、所減少的功率變化量 ΔP 最大之第y個次載波，其中， $y = \arg[\max_{0 \leq i \leq N-1} \Delta P_i(d_i)]$ (步驟S602)；最後，於第x個次載波中增加 Δd 位元之傳輸資料量，並於第y個次載波中減少 Δd 位元之傳輸資料量(步驟S603)。當然，上述步驟S601及步驟S602之執行順序亦可對調、或可視為同一步驟而同時執行。

圖7則為步驟S405之另一較佳實施流程，其作法不需驗證所有 P_2^N 個一次互換，因此可降低計算複雜度，並將系統性能的衰減降至極為微小。首先，將各個次載波在增加 Δd 位元之傳輸資料量時，傳送所需增加的功率大小做排序(步驟S701)，依小排到大；並選出增加功率最小的前M個次載波(步驟S702)， $M \leq N$ ；其次，將各個次載波在減少 Δd 位元之傳輸資料量時，傳送所需減少的功率大小做排列(步驟S703)，依大排到小；並選出減少功率最大的前M個次載波(步驟S704)；最後則從這些選出的次載波依次挑選做一次互換(步驟S705)。

此外，在實際應用過程中，係可設定系統要求在各頻率之錯誤率為 $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \dots = \varepsilon_N = \varepsilon$ ，亦可放寬系統對各頻率錯誤率的限制，也就是依據位元載置技術對應的位元數及各頻率錯誤率的要求，由下列公式來調整功率配置：

$$\Delta P_i(d_i) = \begin{cases} P_i(d_i) - P_i(d_i - \Delta d) & \text{if } d_i \geq \Delta d \\ P_i(d_i) - P_i(0) & \text{if } d_i < \Delta d \end{cases}.$$

而在執行完位元載置技術後，將會造成各次載波所攜帶位元數目狀態的改變，故多載波系統3必須利用到額外的資訊傳遞，亦即副資訊(side information)，於本實施例中，係使用副資訊保護單元33回饋到適性星象圖繪製單元31加以傳遞，其係利用高性能的錯誤更正碼來保護副資訊內容，或經由額外通道38'(additional channel)加以傳遞。例如位元載置技術在第一次調整時，是對其中一個次載波做增加位元數目的動作，而對其中一個次載波做減少位元數目的動作，如

此一來，系統便需要副資訊來傳遞這兩個次載波的編號，亦即系統總共需要額外的 $2\log_2 N$ 個位元數目。而在圖7所提出之流程中，為了降低複雜度，因此系統將可作增減位元數目的次載波數目限制為小於或等於 M ，此時則需要額外小於或等
5 等於的 $2\log_2 M$ 個位元數目作為副資訊；若再將迭代次數 L 加入考慮，則系統所採用的最大副資訊量應小於或等於 $2L\log_2 M$ 位元。因此，若所有攜帶副資訊的次載波調變方式皆採用正交移相鍵控法 (QPSK, Quadrature Phase Shift Keying) 來傳送資料時，並假設此一錯誤更正碼的編碼率
10 (Code Rate) 為 ρ ，多餘資料 (redundancy) 將為：

$$r \leq \frac{2L\log_2 M}{2N} \cdot \frac{1}{\rho} = \frac{L\log_2 M}{N} \cdot \frac{1}{\rho}。$$

根據上述之說明，本發明所提出利用位元載置技術以降低峰均值比之方法，確實可降低多載波系統之峰均值比，同時能兼具低功率之目的，實為一大進步。

15 上述實施例僅係為了方便說明而舉例而已，本發明所主張之權利範圍自應以申請專利範圍所述為準，而非僅限於上述實施例。

【圖式簡單說明】

20 圖1係習知 Water-filling技術之示意圖。

圖2係習知應用位元載置技術之系統方塊圖。

圖3係本發明一較佳實施例應用位元載置技術以降低峰均值比之系統方塊圖。

圖4係本發明一較佳實施例之流程圖。

圖5係本發明一較佳實施例位元載置技術之流程圖。

圖6係本發明一較佳實施例用以降低峰均值比之流程圖。

圖7係本發明另一較佳實施例用以降低峰均值比之流程圖。

5

【圖號說明】

適性星象圖繪製單元11

適性位元載置單元12

序列轉平行單元13

反向快速傅立葉轉換單元14

平行轉序列單元15

10 多載波系統3

適性星象圖繪製單元31

適性位元載置及降低峰均值比單元32

副資訊保護單元33

S/P單元34

P/S單元35

IFFT單元36

FFT單元37

通道38

15 額外通道38'

適性星象圖反繪製單元39

副資訊SI

資料S

目的地D

雜訊X

拾、申請專利範圍：

1. 一種利用位元載置技術以降低峰均值比之方法，係應用於一多載波系統中，該多載波系統係經由一通道以利用N個次載波來傳輸D位元之資料，該通道係在各次載波產生
5 對應之頻率響應，該方法係包括下列步驟：

一初始化步驟，用以初始化一位元載置技術以分配每一次載波於傳輸資料時所需攜帶之位元數 d_i ， $0 \leq i \leq (N-1)$ ；

一計算峰均值比步驟，用以根據該等次載波所傳送之位元數 d_i 以計算出該多載波系統之峰均值比；

10 一比對步驟，係比對該峰均值比大於一預設峰均值比A之機率是否小於一預設機率值 δ ，若否，則繼續執行下列步驟；以及

一置換步驟，係於第一次載波中增加 Δd 位元之傳輸資料量，並於第二次載波中減少 Δd 位元之傳輸資料量，並執行該
15 計算峰均值比步驟。

2. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，該多載波系統係為一正交分頻多工系統。

3. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，該位元載置技術係為一適性位元載置技術。

20 4. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，該位元載置技術係使用Campello's第二演算法。

5. 如申請專利範圍第4項所述之方法，其中，該初始化步驟係包括下列子步驟：

於每一次載波分配相同之位元數 d_i ，其中， $0 \leq i \leq (N-1)$ ，

$$D = \sum_{i=0}^{N-1} d_i ;$$

於該等次載波中，擷取出在增加 Δd 位元之傳輸資料量後、所增加之功率變化量 ΔP 最小之第 m 個次載波，其中，

5 $m = \arg[\min_{0 \leq i \leq N-1} \Delta P_i(d_i + \Delta d_i)] ;$

於該等次載波中，擷取出在減少 Δd 位元之傳輸資料量後、所減少之功率變化量 ΔP 最大之第 n 個次載波，其中，

$$n = \arg[\max_{0 \leq i \leq N-1} \Delta P_i(d_i)] ;$$

比對出在第 m 個次載波中增加 Δd 位元之傳輸資料量後
10 所增加之功率變化量 ΔP_m 小於在第 n 個次載波中減少 Δd 位元之傳輸資料量後所減少之功率變化量 ΔP_n ；以及

於第 m 個次載波中增加 Δd 位元之傳輸資料量，並於第 n 個次載波中減少 Δd 位元之傳輸資料量。

6. 如申請專利範圍第5項所述之方法，其中，若比對出
15 該增加之功率變化量 ΔP_m 大於或等於該減少之功率變化量 ΔP_n ，則執行該計算峰均值比步驟。

7. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，該置換步驟係包括下列子步驟：

於該等次載波中，擷取出在增加 Δd 位元之傳輸資料量
20 後、所增加之功率變化量 ΔP 最小之第 x 個次載波為該第一次載波，其中， $x = \arg[\min_{0 \leq i \leq N-1} \Delta P_i(d_i + \Delta d_i)] ;$

於該等次載波中，擷取出在減少 Δd 位元之傳輸資料量後、所減少之功率變化量 ΔP 最大之第 y 個次載波為該第二次載波，其中， $y = \arg[\max_{0 \leq i \leq N-1} \Delta P_i(d_i)]$ ；以及

5 於第 x 個次載波中增加 Δd 位元之傳輸資料量，並於第 y 個次載波中減少 Δd 位元之傳輸資料量。

8. 如申請專利範圍第7項所述之方法，其係使用全搜尋演算法。

9. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，於執行該置換步驟之前更包括執行下列步驟：

10 於該等次載波中，擷取出在增加 Δd 位元之傳輸資料量後、所增加之功率變化量 ΔP 最小之前 M 個次載波，其中， $M \leq N$ ；以及

於該等次載波中，擷取出在減少 Δd 位元之傳輸資料量後、所減少之功率變化量 ΔP 最大之前 M 個次載波。

15 10. 如申請專利範圍第9項所述之方法，其中，該置換步驟係於增加功率變化量 ΔP 最小之次載波中增加 Δd 位元之傳輸資料量，並於減少功率變化量 ΔP 最大之次載波中減少 Δd 位元之傳輸資料量。

20 11. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其尚包括一比對置換次數步驟，當比對出該置換步驟之執行次數小於一預設迭代次數 L 時，係執行該置換步驟。

12. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其係使用反向快速傅立葉轉換演算法以計算出該多載波系統之峰均值比。

13. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，於執行該置換步驟後，該多載波系統係使用該通道或一額外通道來傳送一具有該等置換後次載波之參數設定之副資訊，以告知該多載波系統之接收端。

5 14. 如申請專利範圍第13項所述之方法，其中，該副資訊係小於或等於 $2\log_2 N$ 位元。

15. 如申請專利範圍第13項所述之方法，其中，該副資訊係小於或等於 $2L\log_2 M$ 位元，當中， $M \leq N$ ， L 為一預設迭代次數。

10 16. 如申請專利範圍第15項所述之方法，其中，若該多載波系統係採用正交移相鍵控法來傳送該副資訊，則多餘資料為 $r \leq \frac{2L\log_2 M}{2N} \cdot \frac{1}{\rho} = \frac{L\log_2 M}{N} \cdot \frac{1}{\rho}$ 。

15 17. 如申請專利範圍第13項所述之方法，其中，該多載波系統係使用該通道時來傳送副資訊時，可以由一副資訊保護器做保護。

18. 如申請專利範圍第17項所述之方法，其中，該副資訊保護器係使用錯誤更正碼對該副資訊進行保護。

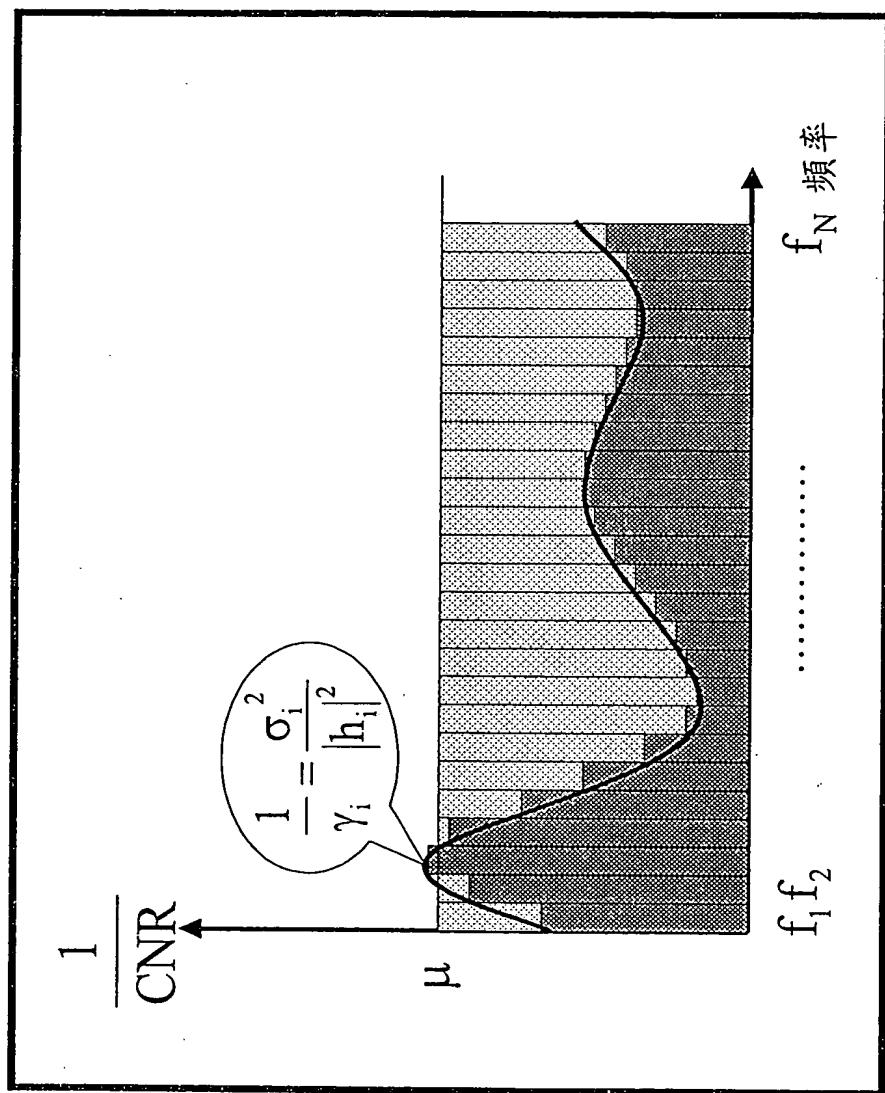


圖1

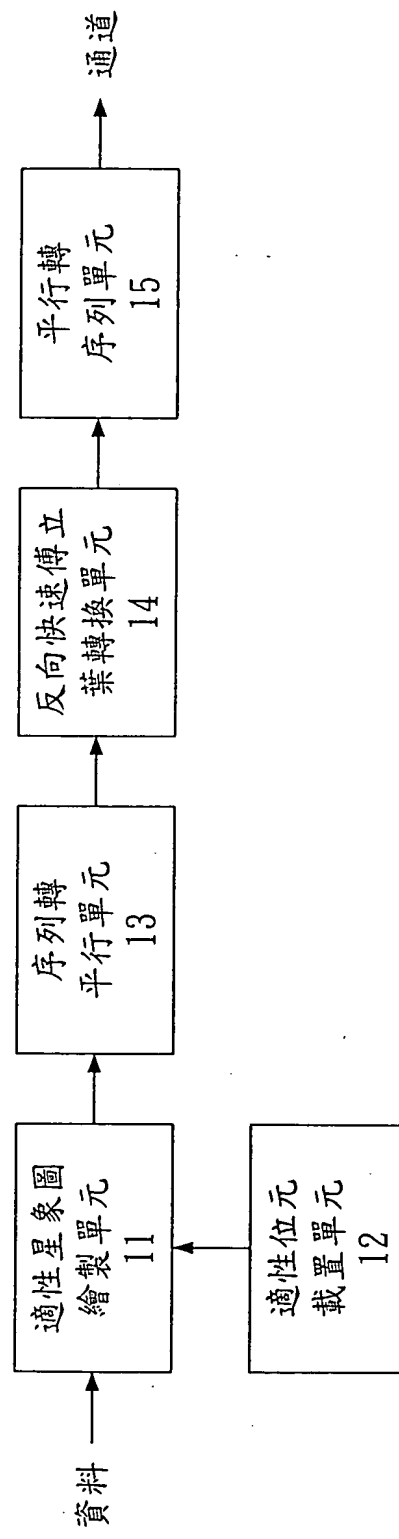


圖2

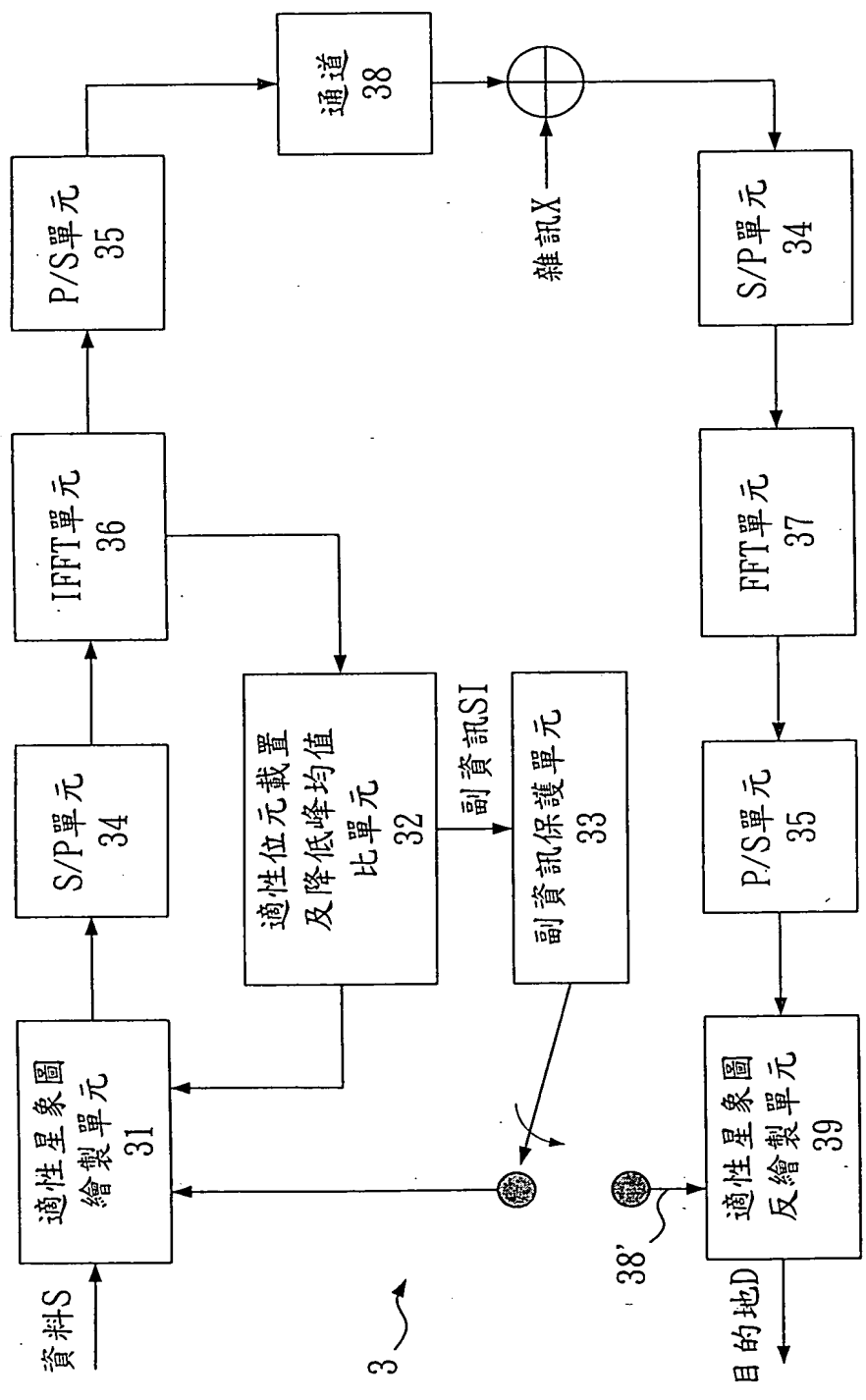


圖3

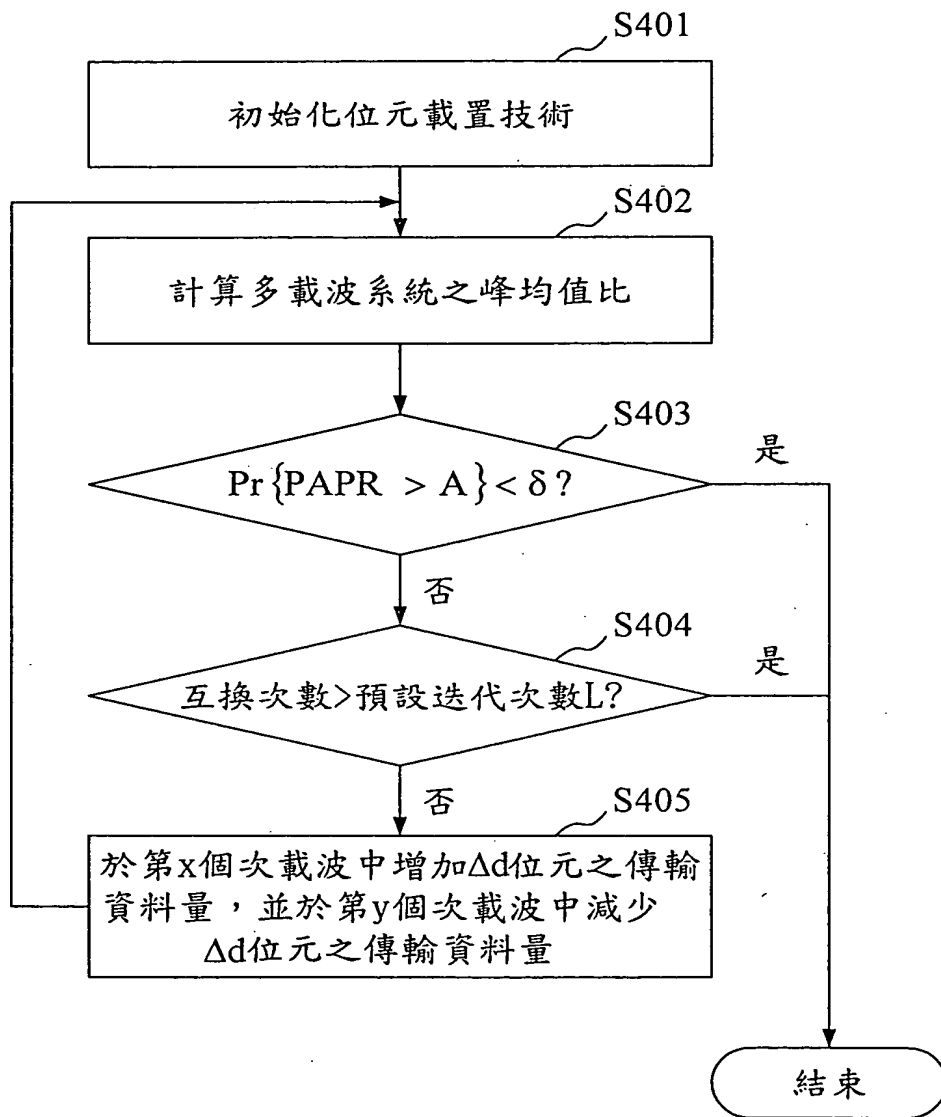


圖4

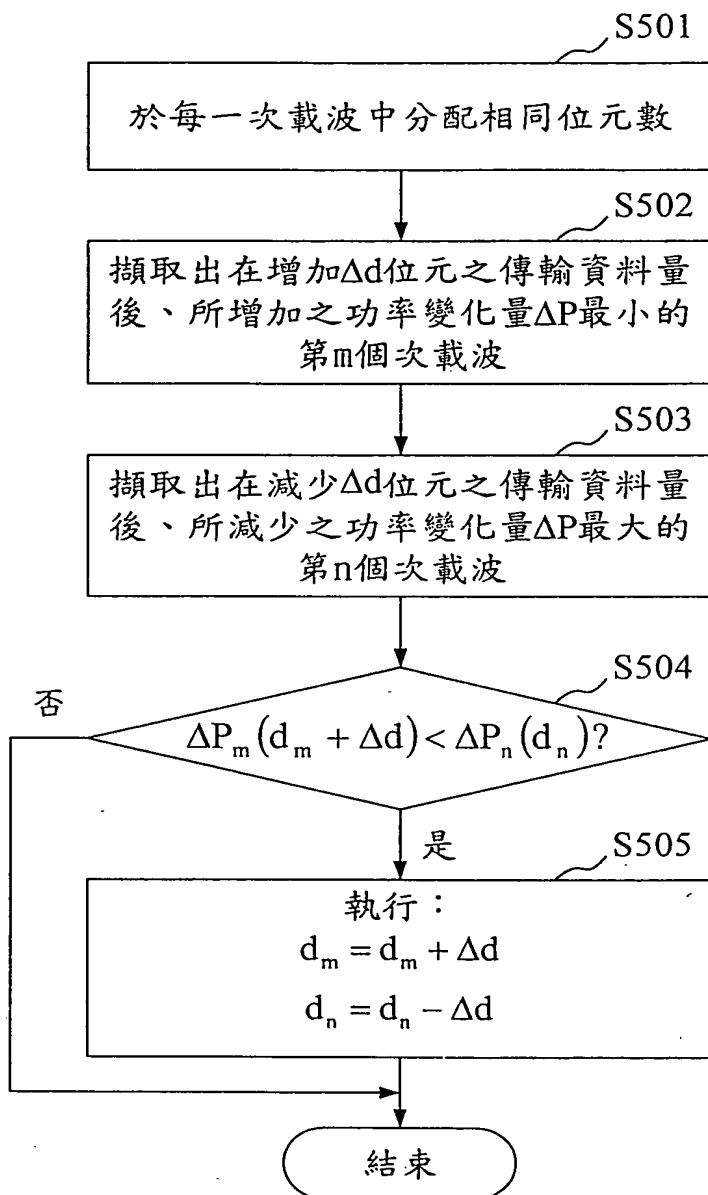


圖5

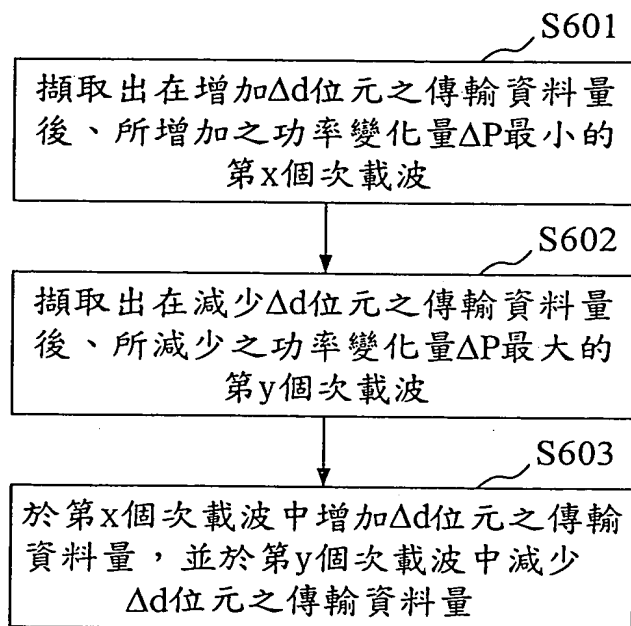


圖6

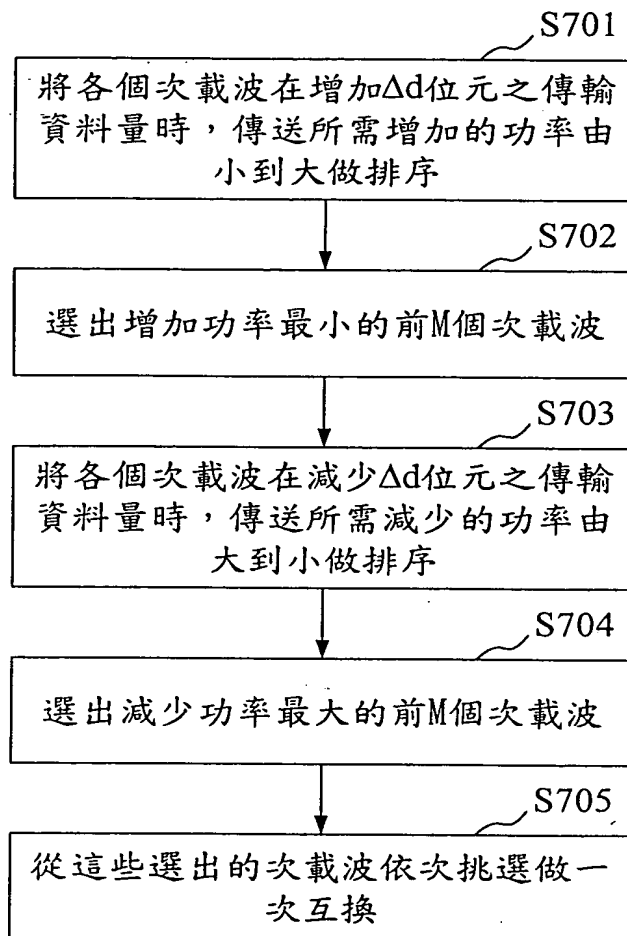


圖7